

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-206670

(43)Date of publication of application : 10.09.1991

(51)Int.Cl.

H01L 31/04

(21)Application number : 02-002270

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 08.01.1990

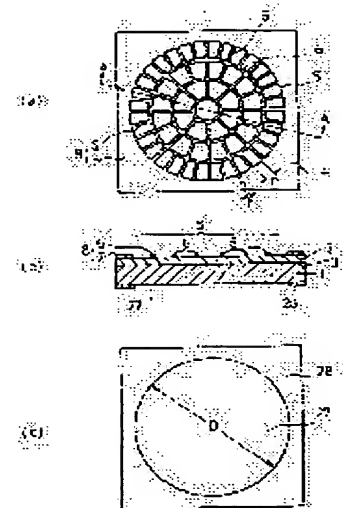
(72)Inventor : MITSUI KOTARO
MUROTANI TOSHIO

(54) SOLAR CELL

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the light-emitting efficiency of a tandem-type solar cell by a method wherein a cathode electrode is formed in a region other than the region opposite to an effective photodetection region on a photodetection face of a semiconductor layer.

CONSTITUTION: A semiconductor layer 2 composed of p-type GaAs is formed on an n-type GaAs substrate 1; a p-n junction 3 is formed between the substrate 1 and the layer 2. A collector 6 of a pattern combining concentric circles with radial lines is formed inside an effective photodetection region 5 on a photodetection face; a common electrode 7 connected to the electrode 6 is formed around it; an anode electrode 8 is formed of the electrodes 6, 7. A cathode electrode 28 having a circular hole 27 whose size is nearly the same as that of the photodetection region 5 is formed on the rear of the substrate 1. In this solar cell, a component of sunlight which could not be absorbed by the semiconductor layer 2 and the substrate 1 out of sunlight which is incident on the photodetection region 5 is taken out by the electrode 28 on the rear without being shielded. When a tandem-type solar cell is constituted, a photovoltaic force of a second solar cell arranged at the lower side is increased.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-206670

⑮ Int. Cl.⁵
H 01 L 31/04

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)9月10日

7522-5F H 01 L 31/04
7522-5FY
H

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全6頁)

⑭ 発明の名称 太陽電池

⑰ 特 願 平2-2270

⑱ 出 願 平2(1990)1月8日

⑲ 発 明 者 三 井 興 太 郎 兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社光・マイクロ波デバイス研究所内
 ⑲ 発 明 者 室 谷 利 夫 兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社光・マイクロ波デバイス研究所内
 ⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号
 ⑲ 代 理 人 弁理士 大 岩 増 雄 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

太陽電池

2. 特許請求の範囲

(1) 第1導電形の半導体基板と、該半導体基板上に形成された第2導電形の半導体層と、該半導体層の表面の受光面の有効受光領域内に設けられた集電極および上記有効受光領域の周囲に設けられ、上記集電極に接続された共通電極とからなる第1電極と、上記半導体基板の上記半導体層が形成された側と反対側の面に上記有効受光領域と対向する領域以外の領域に形成された第2電極とからなる太陽電池。

(2) 第1の太陽電池と第2の太陽電池とを積重ねて構成され、上記第1の太陽電池を透過した太陽光によって上記第2の太陽電池に光起電力を発生させるタンデム形太陽電池であって、上記第1の太陽電池として特許請求の範囲第1項記載の太陽電池を使用し、上記第2の太陽電池として、少なくとも上記第1の太陽電池の有効受光領域に対向

する表面には全く電極を有しない構造のものを使用したことを特徴とする太陽電池。

(3) 第2の太陽電池として、第1の太陽電池に面する側と反対側の半導体基板の面にアノード電極とカソード電極とを形成してなるポイントコンタクト形の太陽電池を使用したことを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の太陽電池。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は太陽電池に関するものであり、特に異なる半導体材料からなる2以上の太陽電池を積重ねて使用するのに適した電極構造をもった太陽電池に関するものである。

(従来の技術)

異なる半導体材料からなる2以上の太陽電池を積重ねて形成された所謂タンデム形太陽電池は、太陽光のスペクトルを幅広く有効に利用することができ、光発電効率のよい太陽電池を得る上で有効な方法であると考えられている。

従来は上側に位置する太陽電池(第1の太陽電

池)として例えば第3図に示すような構造の太陽電池が使用されていた。同図(a)はその表面図、(b)は(a)図のA-A線に沿う断面図、(c)はその裏面図である。同図でn形半導体基板(1)上にはp形半導体層(2)が形成され、両者の間に光発電に必要なpn接合(3)が形成されている。

p形半導体層(2)の表面の受光面(4)の有効受光領域(5)内には、例えば複数の同心円と放射状の線との組合せからなるパターンの集電極(6)が形成されている。また、集電極(6)の周囲にはこれに接続された共通電極(7)が形成されている。これらの集電極(6)と共通電極(7)とによりアノード電極(8)として作用する第1電極が形成されている。アノード電極(8)は、例えば半導体層(2)の表面上に金属を蒸着した後、写真製版、エッチング等でパターンニングして、同一の金属膜により形成される。外部への接続は共通電極(7)の部分で行われる。

光の受光面(4)と反対側の半導体基板(1)の裏

もエネルギーギャップの小さい半導体材料で構成されており、n形半導体基板(12)上にp形半導体層(13)が形成され、両者の間に光発電に必要なpn接合(14)が形成されている。半導体層(13)の表面には第1の太陽電池(21)のアノード電極(8)あるいはカソード電極(9)と同じパターンのアノード電極(15)が形成されている。すなわち、アノード電極(15)は集電極(16)と共通電極(17)とからなっている。半導体基板(12)の裏面には全面にカソード電極(18)が形成されている。上記のように第2の太陽電池(22)のアノード電極(15)のパターンと第1の太陽電池(21)のアノード電極(8)あるいはカソード電極(9)のパターンとを一致させることにより、第1の太陽電池(21)の受光領域(5)に入射し、この第1の太陽電池(21)を通過した太陽光は、第2の太陽電池(22)の受光領域(19)に入射し、該第2の太陽電池(22)は光発電を行うことができる。

(発明が解決しようとする課題)

上記のような構造をもった従来の太陽電池で

面には同様にカソード電極(9)として作用する第2電極が形成されている。カソード電極(9)もアノード電極(8)と同様に、アノード電極(8)の集電極(6)と対向する位置に設けられた集電極(10)と、アノード電極(8)の共通電極(7)と対向する位置に設けられた共通電極(11)とからなっている。このようにアノード電極(8)とカソード電極(9)のパターンを一致させるのは、有効受光領域(5)の集電極(6)の部分以外の領域から入射した光のうち半導体層(2)および半導体基板(1)で吸収されずに透過した光を有効に取り出して、後程説明する下に重ねて設けられた他の太陽電池に入射させるようにするためである。

第3図の太陽電池を第1の太陽電池として他の太陽電池(第2の太陽電池)の上に積重ねて構成された所謂タンデム形太陽電池を第4図に示す。同図で、(21)は第3図の構造をもった第1の太陽電池、(22)は第1の太陽電池(21)の真下に配置された第2の太陽電池である。第2の太陽電池(22)は第1の太陽電池(21)を構成する半導体材料より

は、アノード電極(8)とカソード電極(9)とが正確に整合するように、これらの各電極を精度よく配置する必要がある。この太陽電池で第4図のようなタンデム形太陽電池を構成する場合は、数百倍の集光を行い、また動作電流密度が極めて高いため、アノード電極(8)の集電極(6)、カソード電極(9)の集電極(10)を、幅 t が $10\mu\text{m}$ 程度、間隔 p が平均で $200\mu\text{m}$ 程度の細かいパターンに形成する必要がある。上記集電極(6)と(10)とを精度よく合せることは極めて困難であった。このため、第1の太陽電池(21)を透過する光量が減少し、第2の太陽電池(22)に入射する太陽光が減少してその光起電力が低下してしまうという欠点があった。さらに、第1の太陽電池(21)の集電極(6)および(10)と第2の太陽電池(22)のアノード電極(15)の集電極(16)とを一致させることは一層困難であり、これら集電極のずれによって、第2の太陽電池(22)の起電力が一層低下するという欠点があった。

この発明は、上記のような集電極どうしを精度

よく整合させる必要がなく、高効率の太陽電池、特に高効率のタンデム形の太陽電池を得ることを目的としたものである。

(課題を解決するための手段)

この発明の太陽電池は、第1導電形半導体基板の上に形成された第2導電形半導体層の表面の受光面の有効受光領域内に設けられた集電極および上記有効受光領域の周囲に設けられ、上記集電極に接続された共通電極からなる第1の電極と、上記半導体基板の裏面で上記有効受光領域と対向する領域以外の領域に形成された第2電極とからなっている。タンデム形太陽電池として使用する場合、上記太陽電池を第1の太陽電池として使用し、この第1の太陽電池を透過した太陽光が入射される第2の太陽電池として、上記第1の太陽電池と対向する表面には全く電極を有しない構造の太陽電池が使用される。

(作用)

この発明の太陽電池では、カソード電極として使用される第2電極は、有効受光領域に対向する

り、両者の間には光発電に必要なp-n接合(3)が形成されている。p形半導体層(2)の表面の受光面(4)の有効受光領域(5)内には、従来の太陽電池と同様に同心円と放射状の線とを組合せたパターン状の集電極(6)が形成されており、該集電極(6)の周囲には、これに接続された共通電極(7)が形成されている。これら集電極(6)と共通電極(7)とにより第1電極となるアノード電極(8)が形成されている。アノード電極(8)は、例えば金属を蒸着した後、写真製版、エッチング等でパターンニングして形成される。n形半導体基板(1)の裏面には上記円形の有効受光領域(5)と同程度か、これよりもやや大きな円形の穴(27)が形成された第2電極として作用するカソード電極(28)が形成されている。

この構造の太陽電池では、有効受光領域(5)に入射した太陽光のうち、半導体層(2)および半導体基板(1)で吸収されなかった太陽光成分は裏面のカソード電極(28)によって全く遮蔽されることなく取り出すことができ、タンデム形太陽電池を

領域以外の領域に形成されているから、第1の太陽電池に入射し、この第1の太陽電池で吸収されずに透過した光は上記第2電極で遮蔽されることなく第2の太陽電池に入射される。これにより、タンデム形の太陽電池として構成されたときの発電効率を大幅に改善することができる。

(実施例)

以下、この発明の太陽電池の一実施例を第1図を参照して説明する。なお、図面上の各部の寸法は、図面を明確にするために必ずしも実際の寸法比を正確に表わすものではない。

第1図(a)はこの発明の太陽電池の表面図、第1図(b)は(a)のA-A線に沿う断面図、第1図(c)はその裏面図である。同図で、第3図に示す従来の太陽電池と同等部分には同じ参照番号を付す。すなわち、(1)はキャリア濃度が 10^{17}cm^{-3} 程度、厚みが約300 μm のn形GaAsからなる半導体基板で、該半導体基板(1)上にはキャリア濃度が $5 \times 10^{16}\text{cm}^{-3}$ 程度、厚みが約1 μm のp形GaAsからなる半導体層(2)が形成されてお

構成した場合、下側に配置される第2の太陽電池の光発電起電力を増大することができる。

カソード電極(28)の円形の穴(27)の直径Dは、透過光の利用効率を高くするためには出来るだけ大きいことが望ましいが、あまり大きくすると、n形半導体基板(1)の拡がり抵抗による電力損失が大きくなるため、上記直径Dにはある許容範囲がある。一つの目安として、n形半導体基板(1)の拡がり抵抗とp形半導体層(2)の拡がり抵抗と同程度に成るようにDの寸法を設定するのがよい。

ここで、

集電極(6)の平均間隔P(第1図(a))をLg、

n形半導体基板(1)のキャリア濃度をC、

n形半導体基板(1)のキャリア移動度を μ_n 、

n形半導体基板(1)の厚みをd_n、

p形半導体層(2)のキャリア濃度をC_p、

p形半導体層(2)のキャリア移動度を μ_p 、

p形半導体層(2)の厚みをd_p、

とすれば、カソード電極(28)の円形の穴(27)の直

径Dは次式で表わされる。

$$D = \frac{C_n \cdot \mu_n \cdot d_n}{C_p \cdot \mu_p \cdot d_p} \dots (1)$$

実施例として、

$$C_n = 2 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}, \quad \mu_n = 4000 \text{cm}^2/\text{vs},$$

$$d_n = 300 \mu\text{m}, \quad C_p = 5 \times 10^{16} \text{cm}^{-3},$$

$$\mu_p = 50 \text{cm}^2/\text{vs}, \quad d_p = 1 \mu\text{m}.$$

とすれば、(1)式より $D = 31Lg$ となる。数百倍の集光を行って動作させる場合は、 $Lg = 200 \mu\text{m}$ とすれば、p形GaAs半導体層(2)での拡がり抵抗の影響は小さくなる。従って、 $Lg = 200 \mu\text{m}$ とすれば、 $D = 6.2$ となる。このことから、半導体層(2)の表面に平均間隔Pが約 $200 \mu\text{m}$ の集電極を設けた場合の当該半導体層(2)での拡がり抵抗と、直径が約 6mm の穴(27)をもったカソード電極(28)を設けた場合の半導体基板(1)での拡がり抵抗とはほぼ同程度になる。また、この場合のペレットサイズは一辺が約 6mm 程度の正方形となり、高倍率集光で動作させる太陽電池として妥当な寸法になる。

なお、穴(27)の直径Dが $200 \mu\text{m}$ 以上になる

池(21)のカソード電極(28)に面する側に第2の太陽電池(22)を配置して構成されたタンデム形太陽電池を示す。第2の太陽電池(22)としては、上記カソード電極(28)に対向する受光面に電極のような光遮蔽部分を全く有しない例えばポイントコンタクト形太陽電池が使用される。

第2の太陽電池(22)として使用されるポイントコンタクト形太陽電池は、例えばR.A.Sinton等による論文IEEE Electron Device Letters EDL-7巻、10号(1986年)、第567頁に記載されているように、p-Si基板(23)の下面に例えばSiO₂のような絶縁膜(24)を形成し、該絶縁膜(24)に等間隔に複数の孔を形成し、これらの孔にp⁺-Si領域(25)、(25)・・・、n⁺-Si領域(26)、(26)・・・を設けて構成され、上記p⁺-Si領域(25)、(25)・・・、n⁺-Si領域(26)、(26)・・・をそれぞれアノード電極、カソード電極として動作させる。第2の太陽電池(22)として上記のポイントコンタクト形太陽電池を使用すると、第1の太陽電池(21)を透過した太陽光は全て第2の太陽電池

と、n形GaAs半導体基板(1)の拡がり抵抗が大きくなり、これによる電力損失が大きくなって望ましくない。また、前述の集電極(6)の幅が $10 \mu\text{m}$ 以下になると、電流が流れる電極の断面積が小さくなり、抵抗値が大きくなり望ましくない。さらに、集電極(6)の幅が $10 \mu\text{m}$ 以上になると、有効受光領域の実行面積が小さくなって、光の透過量が少なくなり、望ましくない。よって、大体の目安として $p = 200 \mu\text{m}$ 、 $t = 10 \mu\text{m}$ 程度が望ましい。

n形半導体基板(1)のキャリア濃度 C_n は $(0.5 \sim 2) \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 、n形半導体基板(1)の厚み d_n は $300 \pm 50 \mu\text{m}$ 、p形半導体層(2)のキャリア濃度 C_p は $(3 \sim 10) \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ 、p形半導体層(2)の厚み d_p は $1 \sim 2 \mu\text{m}$ の範囲で変更可能である。また、半導体基板(1)、半導体層(2)の各材料としては、前述のGaAs化合物半導体の他に任意の半導体材料を使用することができる。

第2図は第1図に示すこの発明の太陽電池を第1の太陽電池(21)として使用し、該第1の太陽電池

(22)の受光面(29)に入射するから、該第2の太陽電池(22)の光起電力は極めて大きくなる。

(発明の効果)

以上のように、この発明によれば、半導体基板(1)のカソード電極(28)を、半導体層(2)の受光面(4)の有効受光領域(5)と対向する領域以外の領域に設けたので、従来の太陽電池のようにアノード電極とカソード電極とのパターンずれによる透過光の損失をなくすることができ、従って、この太陽電池を使用して発電効率の極めて高いタンデム形の太陽電池を構成することができる。また、この太陽電池と、受光面に電極のような光遮蔽物の存在しない第2の太陽電池とを組合せることにより、一層効率のよいタンデム形太陽電池を得ることができる。

4. 図面の簡単な説明

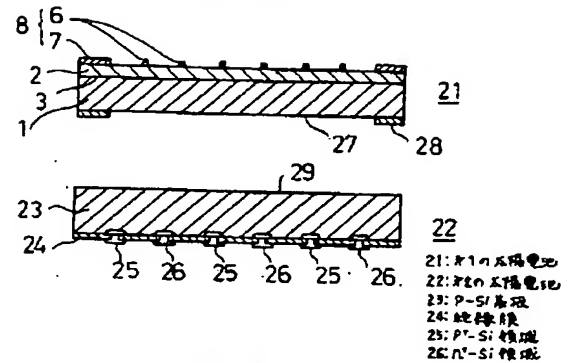
第1図(a)はこの発明の太陽電池の一実施例の表面図、第1図(b)は第1図(a)のA-A線に沿う断面図、第1図(c)はこの発明の太陽電池の一実施例の裏面図、第2図はこの発明の太

陽電池を使用したタンデム形の太陽電池の構造を示す断面図、第3図(a)は従来の太陽電池の一例の表面図、第3図(b)は第3図(a)のA-A線に沿う断面図、第3図(c)は従来の太陽電池の一例の裏面図、第4図は従来の太陽電池を使用したタンデム形の太陽電池の構造を示す断面図である。

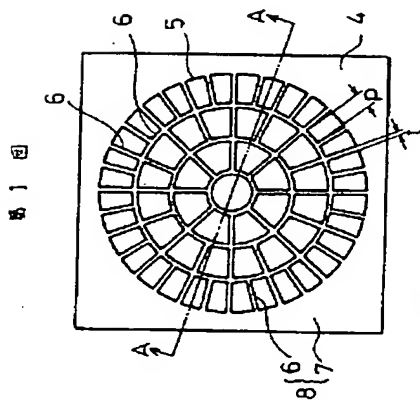
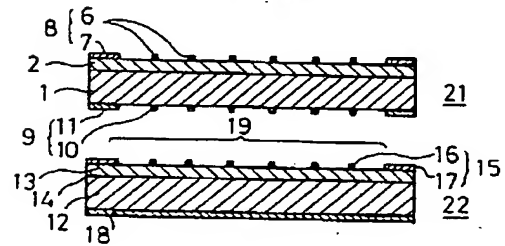
(1)・・・半導体基板、(2)・・・半導体層、(4)・・・受光面、(5)・・・有効受光領域、(6)・・・集電極、(7)・・・共通電極、(8)・・・第1電極、(9)・・・第2電極、(21)・・・第1の太陽電池、(22)・・・第2の太陽電池、(25)・・・アノード電極、(26)・・・カソード電極。

代理人 大岩増雄

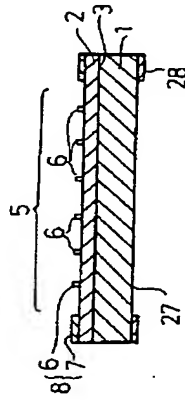
第2図



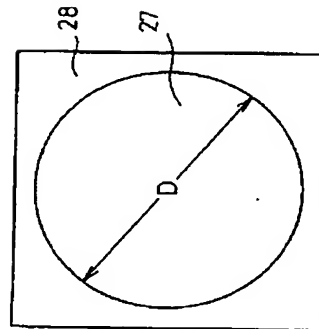
第4図



(a)



(b)



(c)

1: 半導体基板
2: 半導体層
3: P-Si領域
4: 受光面
5: 有効受光領域
6: 集電極
7: 共通電極
8: 第1電極
9: 第2電極
10: 絶縁膜
11: P-Si領域
12: n-Si領域
13: 絶縁膜
14: P-Si領域
15: n-Si領域
16: 絶縁膜
17: P-Si領域
18: n-Si領域
19: 共通電極
20: 絶縁膜
21: 第1の太陽電池
22: 第2の太陽電池
23: P-Si基板
24: 絶縁膜
25: P-Si領域
26: n-Si領域
27: 集電極
28: 共通電極

代理人 大岩増雄

第 3 図

